

PENGARUH KONDISI *CHARGING* PADA NILAI EMISI KONDUKSI PERANGKAT TEKNOLOGI INFORMASI

THE EFFECT OF CHARGING CONDITION FOR CONDUCTED EMISSION VALUE OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT

Agung Yanuar Wirapraja^{1,*} dan Ika Prawesty Wulandari¹

Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, Kementerian Perindustrian

Jalan Jagir Wonokromo No.360, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*E-mail: agungyanuar1945@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received date:

26 April 2017

Received in revised form date:

8 February 2018

Accepted date:

13 February 2018

Available online date:

31 May 2018

Abstract

Currently, IT devices, especially mobile phone and notebook, have become a staple for humans. These devices can't be separated from human activities. Mobile phone or notebook using those are too often can lead people to conduct any charging process when that device is being used. In general, there are three conditions for any devices when the charging process is being performed, such as: off, standby, and normal use (music on). This research objective is to compare the result on conducted emission testing when mobile phone and notebook at the plugging charge for the conditions: off, stand by, and normal use (music on). Testing method refers to CISPR 22 Standards at Clause Mains Terminal Disturbance Voltage. Testing result for mobile phone and notebook show that all of testing sample perform conducted emission value with quasi peak value meet the requirement of CISPR 22. The amount of 80% testing sample, perform the highest quasipeak margin value when the off condition of devices.

Keywords : Mobile phone, Notebook, Standby, Conducted emission, Quasipeak

Kata kunci :

Handphone

Notebook

Standby

Emisi konduksi

Quasipeak

Abstrak

Saat ini, perangkat ITE, khususnya telepon seluler dan laptop, telah menjadi kebutuhan pokok bagi sebagian manusia. Telepon seluler dan laptop tidak dapat dipisahkan dari aktivitas manusia. Penggunaan telepon seluler dan laptop yang terlalu sering mengakibatkan orang untuk melakukan proses pengisian daya ketika digunakan. Pada umumnya, terdapat tiga kondisi ketika melakukan proses pengisian daya untuk telepon seluler dan laptop, yaitu mati (*off*), *standby*, dan penggunaan normal (musik *on*). Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah membandingkan hasil pengukuran emisi konduksi (*conducted emission*) pada saat telepon seluler dan laptop dilakukan pengisian daya dengan kondisi mati, *standby*, dan musik *on*. Metode pengujian mengacu pada CISPR 22 yaitu *mains terminal disturbance voltage*. Pengukuran dari dua jenis sampel telepon seluler dan laptop menunjukkan bahwa keseluruhan sampel menghasilkan emisi konduksi dengan nilai *quasipeak* yang memenuhi persyaratan CISPR 22. 80% sampel yang diuji, memiliki margin *quasipeak* tertinggi pada kondisi perangkat mati (*off*).

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi akan diikuti oleh tingkat kehidupan yang lebih baik, yang akan menuju ke tingkat kemudahan-kemudahan dalam berkomunikasi (Swamardika 2009). Perubahan atau kemajuan teknologi telepon seluler (ponsel) dapat menghasilkan emisi elektromagnetik yang dapat memberikan gangguan atau mengurangi fungsi dari perangkat elektronik lain yang ada di sekitarnya, seperti audio video, peralatan medis, dll. (Tri, et al. 2005;), (Kaur, Kakar, and Mandal 2011). Tidak hanya berdampak bagi perangkat elektronik di sekitarnya, emisi elektromagnetik juga dapat memberikan dampak bagi tubuh manusia, hewan, atau satwa dan dapat menimbulkan pencemaran elektromagnetik (Balmori 2009;Galeev 2000). Setiap tahun angka pengguna telepon seluler (*handphone*) dan laptop (*wireless device*) semakin tinggi dan meningkat (Wallin, Marve, and Hakansson 2005). Roy Morgan Research di Australia mengatakan bahwa pada tahun 2011 diperkirakan 65% penduduk Indonesia telah memiliki telepon seluler, kemudian pada tahun 2012 menjadi 74%, dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 84% dari jumlah populasi penduduk Indonesia.

Penggunaan telepon seluler dan laptop yang semakin tinggi membuat para pengguna harus lebih mencermati efek samping penggunaannya terhadap kesehatan manusia. Efek samping yang dikhawatirkan oleh para pengguna adalah adanya radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari media transfer data yang dihasilkan oleh telepon seluler dan laptop (Battung, Rumampuk, and Supit 2013). Peralatan elektronik (telepon seluler dan laptop) dapat memancarkan atau menghasilkan gelombang elektromagnetik yang bisa mengakibatkan gangguan kesehatan dan kinerja peralatan listrik di sekitarnya, sehingga diperlukan regulasi batasan mak-

simum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dihasilkan oleh peralatan elektronik. CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques) atau dalam bahasa Inggris disebut International Special Committee on Radio Interference adalah badan standar EMC yang biasa dijadikan acuan oleh dunia internasional (Braun 2011). EMC (*Electromagnetic Compability*) adalah kemampuan perangkat elektronika dalam melindungi diri dari lingkungan elektromagnetik dan kemampuan perangkat itu sendiri agar tidak menghasilkan emisi elektromagnetik.

Gangguan elektro-magnetik atau yang sering disebut EMI (*Electromagnetic Interference*) merupakan emisi yang diakibatkan oleh sumber-sumber *noise* melalui radiasi maupun melalui perantara atau konduksi elektromagnetik (Armstrong 2011). Faktor yang memengaruhi EMI dapat diklasifikasikan menjadi sifat dari perangkat elektronik yang memancarkan *noise*, hubungan fisik antara perangkat (jarak), dan kerentanan perangkat yang terkena dampak (*electromagnetic shielding*) (Lapinsky and Easty 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik emisi konduksi (*conducted emission*) peralatan elektronik, khususnya telepon seluler dan laptop, ketika proses pengisian daya. Ada tiga kondisi pengisian daya yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu pada kondisi sampel mati (*off*), kondisi sampel nyala (*standby*), dan kondisi sampel digunakan (menjalankan fitur musik dengan speaker maksimum) (Bellinger, et al. 2009). Parameter yang digunakan dalam pengukuran emisi konduksi (*conducted emission*) adalah nilai *quasipeak* dan margin *quasipeak* antara hasil pengukuran dengan limit yang terdapat pada CISPR 22 (Harlacher and Stewart 2001). Semakin tinggi nilai margin *quasipeak*, maka semakin rendah emisi konduksi yang dihasilkan oleh sampel uji.

BAHAN DAN METODE

Metode pengujian mengacu pada CISPR 22 Edisi 6.0 2008-09: *Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement*. Pengujian yang dilakukan adalah tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*), sesuai dengan klausa 9 pada CISPR 22. Pengukuran *mains terminal disturbance voltage* dilakukan pada frekuensi 150kHz sampai dengan 30 MHz. (Harlacher and Stewart 2001; Braun 2011). Dalam menganalisis emisi konduksi (*conducted emission*) yang ditimbulkan oleh sampel digunakan metode sesuai dengan CISPR 22 klausa 9 (metode pengukuran gangguan konduksi pada terminal utama dan port telekomunikasi). Sampel akan dianggap gagal apabila ada nilai *quasipeak* dan *average* melebihi

nilai limitnya. Nilai limit *quasipeak* dan limit *average* sesuai dengan CISPR 22 untuk produk kelas B, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Limit mains terminal disturbance voltage

Frequency range MHz	Limits dB(μV)	
	Quasipeak	Average
0,15 to 0,50	66 to 56	56 to 46
0,50 to 5	56	46
5 to 30	60	50

Sampel uji yang digunakan adalah telepon seluler dan laptop. Penelitian ini menggunakan sampel yang beredar dan dijual di pasaran. Jumlah sampel yang digunakan adalah 5 buah telepon seluler dan 5 buah laptop yang berbeda merk. Spesifikasi sampel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Spesifikasi sampel telepon seluler

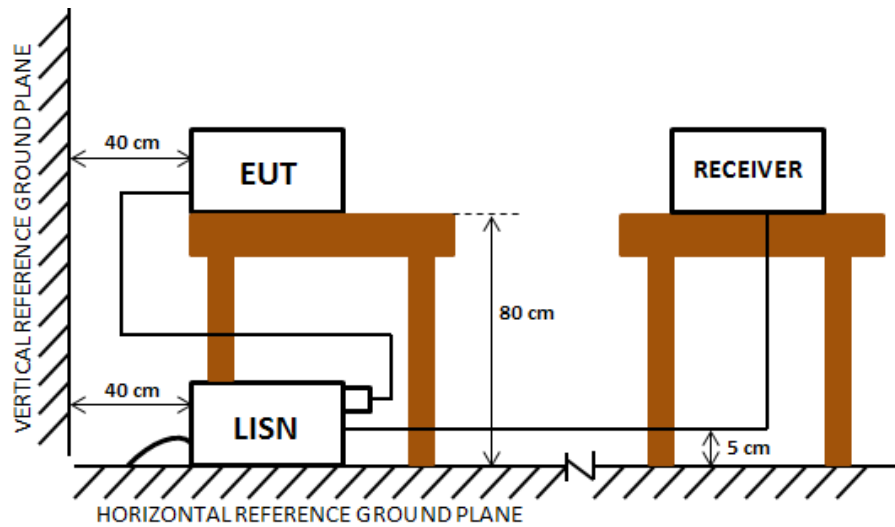
Sampel	Jaringan			Memory Internal	Fitur			
	2G	3G	4G		OS	Chip Set	CPU	GPU
HP 1	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900	HSDPA 850 / 900 / 1900 / 2100	LTE 700 / 900 / 1800 / 2600 Data only	16 GB, 2 GB RAM	Android OS, v4.3 (Jelly Bean)	Intel Atom Z2580	Dual-core 2 GHz (Z2580)	PowerVR SGX544MP2
HP 2	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900	HSDPA 850 / 900 / 1900 / 2100	-	16 GB, 2 GB RAM	Android OS, v4.4.4 (KitKat)	Qualcomm MSM8916 Snapdragon 410	Quad-core 1.2 GHz Cortex-A53	Adreno 306
HP 3	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900	HSDPA 850 / 900 / 1900 / 2100	-	4 GB, 512 MB RAM	Android OS, v4.2.2 (Jelly Bean)	Mediatek MT6582	Quad-core 1.2 GHz Cortex-A7	Mali-400
HP 4	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900	HSDPA 850 / 900 / 1700 / 1900 / 2100	LTE 850 / 1800 / 2100	32 GB, 1 GB RAM	iOS 6	Apple A6	Dual Core 1,3 GHz Swift (ARM v7-based)	PowerVR SGX 543 MP3
HP 5	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900	HSDPA 900 / 2100	LTE 800/ 1800 / 2100 / 2600 Data only	16 GB, 2 GB RAM	Android OS, v4.4 (KitKat)	Mediatek MT6752	Octa-core 1.7 GHz Cortex-A53	Ma-li-T760MP2

Tabel 3. Spesifikasi sampel laptop

Sampel	Processor	Memory	System type	OS	GPU
NB 1	Intel (R) Celeron(R) CPU N2840 @2,16 GHz (2 CPUs), ~ 2,2 GHz	4096 MB	64-Bit Operating System, x64 - Based Processor	Windows 8.1 64-Bit (6.3, Build 9600)	Intel(R) HD Graphics : 1792 MB
NB 2	Intel(R) Core(TM) i5-3317U CPU @1.70 GHz (4 CPUs), ~ 1,7 GHz	4096 MB	64-Bit Operating System, x64 - Based Processor	Windows 8 Single Language 64-Bit (6.2, Build 9200)	Intel(R) HD Graphics 4000: 1664 MB
NB 3	Intel(R) Atom (TM) CPU D2500 @1,86 GHz (2 CPUs), ~1,9 GHz	2048 MB	64-Bit Operating System, x64 - Based Processor	Windows 7 Home Premium 64-Bit (6.1, Build 7600)	Intel(R) GMA 3600 Series (Atom D2700): 748 MB
NB 4	Intel(R) Core(TM) i3 CPU U 380 @ 1,33 GHz (4 CPUs), ~1,3 GHz	2048 MB	64-bit Operating System	Windows 7 Ultimate 64-bit (6.1, Build 7600)	Intel(R) HD Graphics: 761 MB
NB 5	Intel(R) Core(TM) Duo CPU U7600 @1.20GHz (2 CPUs)	2048 MB	64-bit Operating System	Microsoft Windows XP Professional (5.1, Build 2600)	Intel(R) GMA 950: 128.0 MB

Sesuai standar yang dipakai, pengujian ini menggunakan ruangan yang dilengkapi dengan *ground plane* vertikal dan horizontal yang memiliki ukuran 2 x 2m. Selain itu, pengujian juga menggunakan meja kayu (nonmetal) dengan tinggi 80 cm. Peralatan pengukuran yang digunakan adalah LISN ENV 216 (*Line Impedance Stabilization Network*) dan ESU 26 *EMI Test Receiver* buatan Rohde Schwarz. Letakkan LISN pada *ground plane* dengan jarak 40cm dari vertikal *ground plane* dan *ground* dari LISN dihubungkan (*short*) dengan horizontal *ground plane*. Tempatkan sampel di atas meja kayu pada *ground plane* dengan jarak 40cm dari *vertical ground plane* dan 80cm dari LISN. Sampel diuji pada keadaan proses pengisian daya dengan kondisi mati, *standby*, dan memutar musik (musik *on*). *Power* adaptor yang digunakan adalah *power* adaptor original atau bawaan dari pembelian sampel uji. Apabila kabel pada *power* adaptor melebihi 80 cm, kabel

akan diikat dengan panjang ikatan 30-40 cm. Ketinggian kabel LISN maupun kabel EUT yang dipersyaratkan adalah 5cm dari *ground plane*. Untuk rangkaian pengujian dapat dilihat pada gambar 1. Pengambilan data dilakukan pada ruangan tanpa gerakan udara (*draught-proof*) dengan kelembapan maksimum 65%. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan tegangan jala-jala PLN yaitu 220 volt dan pada frekuensi 50 Hz. Pengambilan data dari setiap sampel uji adalah 1 (satu) kali dalam setiap pengujiannya. Hasil emisi konduksi yang didapat dari *EMI Test Receiver* akan diproses dan dapat diamati melalui *software* EMC32 buatan Rohde Schwarz. Proses pengambilan data di *software* dengan cara mengambil 10 titik tertinggi untuk perhitungan nilai *quasipeak*. Seluruh penelitian dilakukan di Laboratorium EMC Baristand Industri Surabaya, dengan menggunakan alat ukur yang telah terkalibrasi dengan baik.



Gambar 1. Rangkaian pengujian *conducted emission mains terminal disturbance voltage*

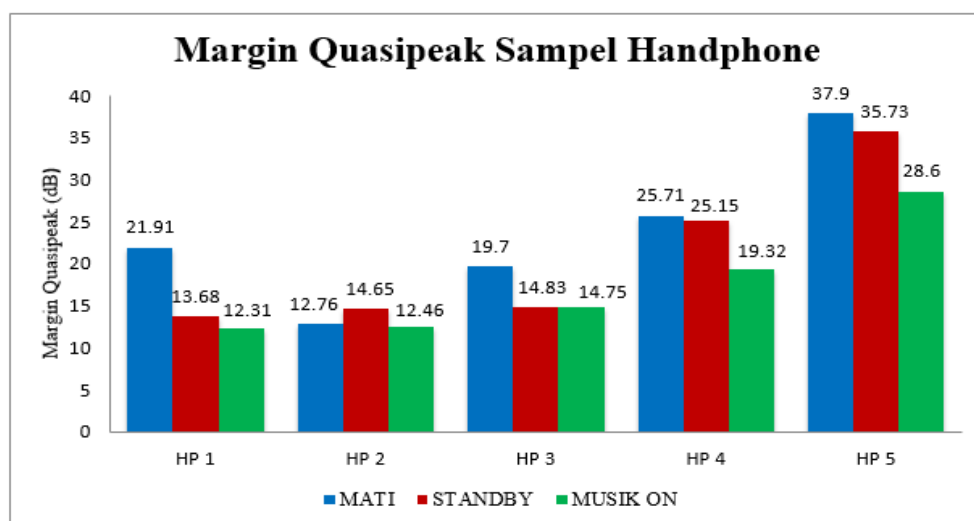
HASIL PENGUJIAN DAN EVALUASI

Pengukuran dilakukan dalam kondisi suhu ruang yang dikontrol. Adapun variabel atau besaran yang diukur meliputi hal berikut.

- Frekuensi *quasipeak*
- Nilai *quasipeak*
- Margin *quasipeak*

Dari diagram margin *quasipeak* sampel telepon seluler dapat disimpulkan bahwa pada sampel HP 1, HP 3, HP 4, dan HP 5 kondisi terbaik saat melakukan

proses pengisian daya dapat dilakukan dengan kondisi perangkat mati (*off*). Sementara, pada HP 2, kondisi terbaik adalah saat perangkat di posisi *standby*. Jadi, pada sampel telepon seluler, kondisi terbaik yang direkomendasikan ketika akan melakukan proses pengisian daya adalah mati (*off*). Hasil pengujian pada lima sampel telepon seluler yang digunakan menunjukkan nilai *quasipeak*-nya tidak melebihi batas limit yang terdapat pada CISPR 22. Pada HP 1 dengan kondisi mati, nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *standby*

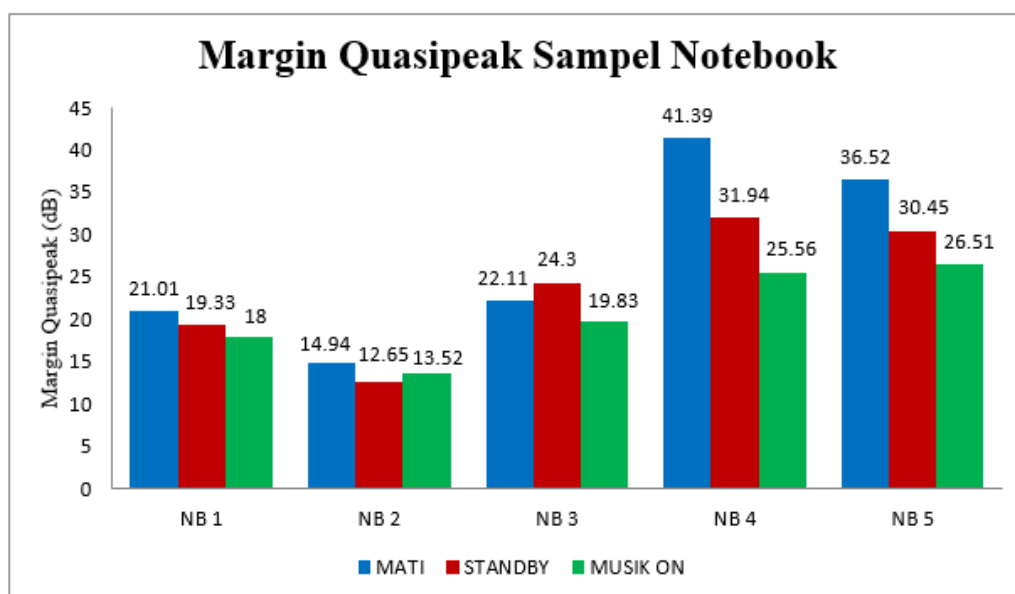


Gambar 2. Margin *quasipeak* pada sampel telepon seluler

dan *music on*. Terdapat penurunan margin *quasipeak* sebesar ± 9 dB dari kondisi mati (*off*) menjadi *standby* atau *music on*. Pada HP 2 dengan kondisi *standby*, nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi mati (*off*) dan *music on*. Kondisi saat melakukan pengisian daya pada HP 2 tidak terlalu berpengaruh terhadap *conducted emission* yang dihasilkan, tetapi kondisi terbaik dalam melakukan proses pengisian daya adalah *standby*. Pada HP 3 dengan kondisi mati, nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *standby* dan *music on*. Terdapat penurunan margin *quasipeak* sebesar ± 5 dB dari kondisi mati menjadi *standby* atau *music on*. Nilai *quasipeak* tertinggi sampel HP 3 terdapat pada kondisi *standby*, nilai terendah terdapat pada kondisi sampel HP 3 mati (*off*). Pada HP 4, saat melakukan pengisian daya telepon seluler lebih baik dilakukan pada kondisi mati (*off*) dan *standby*. Nilai *quasipeak* tertinggi sampel HP 4 terdapat pada kondisi *music on*, sedangkan nilai terendah terdapat pada kondisi sampel HP 4 mati (*off*). Pada HP 5 dengan kondisi mati, nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *standby*

dan *music on*. Terdapat penurunan margin *quasipeak* sebesar ± 2 dB dari kondisi mati (*off*) menjadi *standby* dan ± 9 dB pada kondisi *music on*. Nilai *quasipeak* tertinggi sampel HP 5 terdapat pada kondisi *music on*, sedangkan nilai terendah terdapat pada kondisi sampel HP 5 mati (*off*). Emisi konduksi terbesar terdapat pada HP 1, HP 2, dan HP 3 karena *clock* CPU yang relatif kecil pada jenis telepon seluler tersebut. Pada HP 1 dilengkapi dengan CPU Dual-core 2 GHz, HP 2 dan HP 3 memiliki CPU Quad-core 1.2 GHz. Selain itu, emisi konduksi pada HP 1, HP 2, dan HP 3 juga dipengaruhi oleh power adaptor masing-masing perangkat.

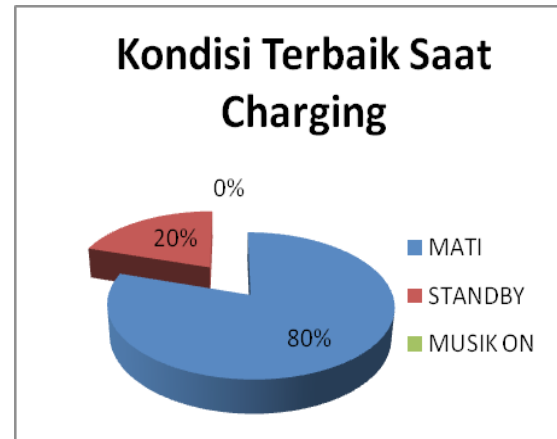
Dari diagram margin *quasipeak* sampel laptop di atas dapat disimpulkan bahwa pada sampel NB 1, NB 2, NB 4, dan NB 5, kondisi pengisian daya terbaik dapat dilakukan dengan kondisi sampel mati (*off*). Sementara, pada NB 3 kondisi terbaik adalah saat perangkat pada kondisi *standby*. Jadi, pada sampel laptop, kondisi terbaik yang direkomendasikan ketika proses pengisian daya adalah mati (*off*). Hasil pengujian pada lima sampel laptop yang digunakan menunjukkan bahwa nilai *quasipeak*-nya tidak melebihi batas limit



Gambar 3. Margin *quasipeak* pada sampel laptop

yang dipersyaratkan pada CISPR 22. Pada sampel NB 1, nilai margin *quasipeak* tertinggi terdapat pada kondisi mati (*off*). Nilai *quasipeak* tertinggi sampel NB 1 terdapat pada kondisi *standby*, sedangkan nilai terendah terdapat pada kondisi mati (*off*). Pada sampel NB 2 dengan kondisi mati, nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *standby* dan musik *on*. Terdapat penurunan margin *quasipeak* sebesar ± 2 dB dari kondisi mati menjadi *standby* atau musik *on*. Nilai *quasipeak* tertinggi sampel NB 2 terdapat pada kondisi musik *on*, sedangkan nilai terendah terdapat pada kondisi sampel NB 2 mati (*off*).

Pada sampel NB 3, nilai margin *quasipeak* tertinggi terdapat pada kondisi mati *standby*. Terdapat penurunan margin *quasipeak* sebesar ± 2 dB dari kondisi *standby* menjadi mati dan ± 4 dB pada kondisi musik *on*. Nilai *quasipeak* tertinggi dan terendah sampel NB 3 terdapat pada kondisi *standby*. Pada sampel NB 4 dengan kondisi mati (*off*), nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *standby* dan musik *on*. Terdapat penurunan margin *quasipeak* sebesar ± 9 dB dari kondisi mati (*off*) menjadi *standby* dan ± 15 dB pada kondisi musik *on*. Pada sampel NB 5 dengan kondisi mati (*off*), nilai rata-rata margin *quasipeak*-nya lebih tinggi dibandingkan pada kondisi *standby* dan musik *on*. Nilai *quasipeak* tertinggi sampel NB 5 terdapat pada kondisi musik *on*, sedangkan nilai terendah terdapat pada kondisi mati (*off*).



Gambar 4. Diagram kondisi terbaik saat *charging* pada produk ITE

Dari diagram di atas dapat dilihat 80% sampel uji memiliki emisi konduksi terendah ketika proses pengisian daya dalam kondisi mati (*off*) dan 20% sampel uji pada kondisi nyala (*standby*). Emisi konduksi tertinggi terdapat pada kondisi musik *on*. Dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa saat melakukan proses pengisian daya direkomendasikan dengan kondisi perangkat mati (*off*). Pada sampel telepon seluler terdapat perbedaan margin *quasipeak* sebesar ± 4 dB antara kondisi perangkat mati (*off*) dan kondisi perangkat nyala (*standby*), ± 6 dB pada kondisi perangkat mati (*off*) dan kondisi musik *on*. Pada sampel laptop terdapat perbedaan margin *quasipeak* sebesar ± 5 dB antara kondisi perangkat mati (*off*) dan kondisi perangkat nyala (*standby*). Terdapat perbedaan margin *quasipeak* sebesar > 6 dB pada kondisi perangkat mati (*off*) dan kondisi musik *on*. Sampel laptop memiliki emisi konduksi yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel telepon seluler.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran dari dua jenis sampel, yaitu telepon seluler dan laptop, menunjukkan bahwa keseluruhan sampel menghasilkan emisi konduksi dengan nilai *quasipeak* yang memenuhi persyaratan CISPR 22 (Tabel 2. Limit Untuk Gangguan Konduksi Pada Port Utama Peralatan Teknologi Informasi Kelas B). 80% sampel yang diuji memiliki margin *quasipeak* tertinggi pada kondisi perangkat mati (*off*) dan 20% berada pada kondisi perangkat *standby*. Sangat direkomendasikan melakukan pengisian daya pada keadaan perangkat mati (*off*). Semakin tinggi nilai margin *quasipeak*, semakin rendah nilai emisi konduksi yang dihasilkan oleh suatu perangkat (jauh dari batas limit yang ditetapkan oleh standar). Sampel laptop memiliki emisi konduksi yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel telepon seluler. Perbedaan nilai emisi konduksi di tiap perangkat (laptop dan telepon seluler) kemungkinan disebabkan karena perbedaan rangkaian internal pada power adaptor dan sistem pengkabelan senur suplai. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait hal tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya yang telah membantu dalam penulisan KTI dan Bapak Gunawan Sukaca selaku Penyelia Teknik Laboratorium Elektronika dan Telematika yang telah membantu dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, Keith. 2011. "Guide to Testing Conducted Emissions (Based on the Methods in EN 55022 and EN 55011)." In *Compliance*. <http://www.incompliancemag.com/DigEd/inc1107/offline/download.pdf>.
- Balmori, Alfonso. 2009. "Electromagnetic Pollution from Phone Masts. Effects on Wildlife." *Pathophysiology* 16 (2-3): 191-99. doi:10.1016/j.pathophys.2009.01.007.
- Battung, Rut O., Jimmy F. Rumampuk, and Wenny Supit. 2013. "Hubungan Radiasi Gelombang Elektromagnetik Telepon Seluler terhadap Fungsi Pendengaran Mahasiswa Angkatan 2009 Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado." *Jurnal E-Biomedik (eBM)* 1 (2): 1047-52.
- Bellinger, David B., Bradley M. Budde, Moe Machida, Gary B. Richardson, and William P. Berg. 2009. "The Effect of Cellular Telephone Conversation and Music Listening on Response Time in Braking." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 12 (6): 441-51. doi:10.1016/j.trf.2009.08.007.
- Braun, Stephan. 2011. "A Novel Time-Domain EMI Measurement System for Measurement and Evaluation of Discontinuous Disturbance according to CISPR 14 and CISPR 16." *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, 480-83. doi:10.1109/ISEMC.2011.6038359.
- Galeev, A. 2000. "The Effects of Microwave Radiation from Mobile Telephones on Humans and Animals." *Neuroscience and Behavioral Physiology* 30 (2): 187-94. doi:10.1007/BF02463157.
- Harlacher, B.L., and R.W. Stewart. 2001. "Common Mode Voltage Measurements Comparison for CISPR 22 Conducted Emissions Measurements." In *2001 IEEE EMC International Symposium. Symposium Record. International Symposium on Electromagnetic Compatibility (Cat. No. 01CH37161)*, 1:26-30. doi:10.1109/ISEMC.2001.950516.
- Kaur, Mandeep, Shikha Kakar, and Danvir Mandal. 2011. "Electromagnetic

Interference.” *2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology* 4: 1–5. doi:10.1109/ICECTECH.2011.5941844.

Lapinsky, S E, and A C Easty. 2006. “Electromagnetic Interference in Critical Care.” *J.Crit Care* 21 (3): 267–70. papers3://publication/uuid/FC51C31C-C742-4EC9-B5C7-503A6C2A0F2F.

Swamardika, I.B. Alit. 2009. “Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik terhadap Kesehatan Manusia.” *Teknologi Elektro* 8 (1): 106–9.

Tri, Jeffrey L, Rodney P Severson, Allen R Firl, David L Hayes, and John P Abenstein. 2005. “Cellular Telephone Interference with Medical Equipment.” *Mayo Clinic Proceedings. Mayo Clinic* 80 (10): 1286–90. doi:10.4065/80.10.1286.

Wallin, Mats K E B, Therese Marve, and Peter K Hakansson. 2005. “Modern Wireless Telecommunication Technologies and Their Electromagnetic Compatibility with Life-Supporting Equipment.” *Anesthesia and Analgesia* 101 (5): 1393–1400. doi:10.1213/01.ANE.0000180216.83554.00.

